

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: 09009537 A

(43) Date of publication of application: 10.01.97

(51) Int. Cl

H02K 1/27

H02K 15/03

H02K 21/16

**H02K 29/00**

(21) Application number: 07250484

(22) Date of filing: 28.09.95

(30) Priority: 21.04.95 JP 07 96840

(71) Applicant      **MITSUBISHI ELECTRIC CORP**

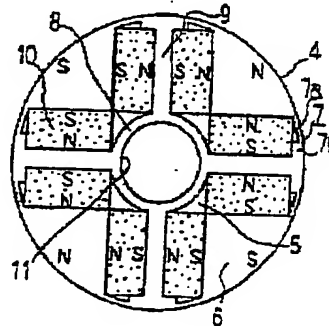
(72) Inventor: **TAJIMA YASUYOSHI  
OIKAWA TOMOAKI  
SUZUKI YASUMASA  
KOBAYAKAWA TAIICHI  
YAMASHIRO YUKIHIRO  
BABA KAZUHIKO**

(54) PERMANENT MAGNET MOTOR

(57) Abstract

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To improve the efficiency of a permanent magnet motor by a method wherein a necessary strength is given to a rotor core and, further, leakage flux between adjacent poles is reduced.

SOLUTION: V-shaped magnet fitting holes 5 are provided in a rotor core 4. Permanent magnets 10 which have rectangular cross-sections are fitted to the holes 5. Pole linking parts 7 which exist between the side planes of the permanent magnets 10 and the outer circumference of the rotor core 4 are composed of narrow parts 7a and wide parts 7b adjacent to the narrow parts 7a. Flux is saturated in the narrow parts 7a, so that leakage flux between adjacent poles 6 can be reduced. The wide parts 7b meet the centrifugal force of the permanent magnets 10 by their planes.



COPYRIGHT: (C)1997,JPO

**Best Available Copy**

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平9-9537

(43) 公開日 平成9年(1997)1月10日

| (51) Int.Cl. <sup>6</sup>    | 識別記号  | 庁内整理番号 | F I          | 技術表示箇所             |
|------------------------------|-------|--------|--------------|--------------------|
| H 0 2 K 1/27                 | 5 0 1 |        | H 0 2 K 1/27 | 5 0 1 A<br>5 0 1 C |
| 15/03                        |       |        | 15/03        | A                  |
| 21/16                        |       |        | 21/16        | M                  |
| 29/00                        |       |        | 29/00        | Z                  |
| 審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 9 頁) |       |        |              |                    |

(21) 出願番号 特願平7-250484

(22) 出願日 平成7年(1995)9月28日

(31) 優先権主張番号 特願平7-96840

(32) 優先日 平7(1995)4月21日

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000006013

三菱電機株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号

(72) 発明者 田島 庸賀

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(72) 発明者 及川 智明

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(72) 発明者 鈴木 康巨

東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三

菱電機株式会社内

(74) 代理人 弁理士 葛野 信一

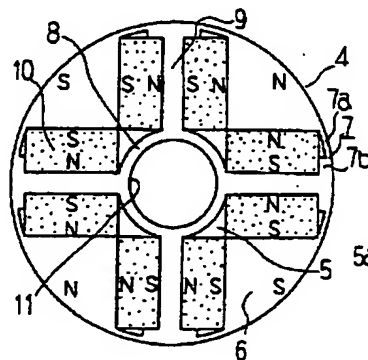
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 永久磁石形モータ

(57) 【要約】

【課題】 永久磁石形モータにおいて、回転子鉄心に必要な強度を与え、かつ隣接する磁極部間の漏れ磁束を減少させてモータ効率を改善する。

【解決手段】 回転子鉄心4にV字状の磁石挿入孔5を設け、これに横断面長方形の永久磁石10を挿入する。この永久磁石10の側面と回転子鉄心4の外周部との間に存在する磁極連結部7を、狭幅部7aとこれに隣接する広幅部7bとで形成する。狭幅部7aでは磁束が飽和して隣接する磁極部6間の磁束の漏れが減少し、広幅部7bでは面で永久磁石10の遠心力に対抗する。



- 4: 回転子鉄心
- 5: 磁石挿入孔
- 5a, 5b: 磁石挿入孔の辺
- 5c: 隅部
- 6: 磁極部
- 7: 磁極連結部
- 7a: 狭幅部
- 7b: 広幅部
- 9: 内外周連結部
- 10: 永久磁石

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 コイルが巻回された円筒状の固定子鉄心の内側に円柱状の回転子鉄心を配置し、この回転子鉄心にはその軸方向にV字状に穿設されこのV字の開口側が上記回転子鉄心の外周側に配置された磁石挿入孔を有し、この磁石挿入孔に上記V字の内側同士がそれぞれ同極となるように永久磁石が挿入されたモータにおいて、上記永久磁石を横断面長方形に形成し、この永久磁石の側面と上記回転子鉄心の外周部との間に存在する磁極連結部を狭幅部と、これに接続する広幅部とで形成したことを特徴とする永久磁石形モータ。

【請求項2】 磁石挿入孔の辺の内V字の内側に相当する辺と回転子鉄心の外周部側の辺とが交差する二つの隅部と、上記回転子鉄心の中心とを結ぶ2本の線が挟む角度 $\theta$ を、極数をP、固定子鉄心のコイル収納スロット数をSとしたとき、

$$(240^\circ / P) - (360^\circ / S) \leq \theta \leq (240^\circ / P) + (360^\circ / S)$$

の範囲内に設定したことを特徴とする請求項1記載の永久磁石形モータ。

【請求項3】 コイルが巻回された円筒状の固定子鉄心の内側に、鋼板が多数積層された円柱状の回転子鉄心を配置し、この回転子鉄心にはその軸方向にV字状に穿設されこのV字の開口側が上記回転子鉄心の外周側に配置された磁石挿入孔を有し、この磁石挿入孔に上記V字の内側同士がそれぞれ同極となるように永久磁石が挿入され、上記回転子鉄心の両端面及び上記永久磁石の両端面にそれぞれ端板を配置し、リベットにより上記回転子鉄心と上記端板とを軸方向に貫通して締結したモータにおいて、上記永久磁石を横断面長方形に形成し、この永久磁石の側面と上記回転子鉄心の外周部との間に存在する磁極連結部を狭幅部と、これに接続する広幅部とで形成したことを特徴とする永久磁石形モータ。

【請求項4】 磁石挿入孔の辺の内V字の内側に相当する辺と回転子鉄心の外周部側の辺とが交差する二つの隅部と、上記回転子鉄心の中心とを結ぶ2本の線が挟む角度 $\theta$ を、極数をP、固定子鉄心のコイル収納スロット数をSとしたとき、

$$(240^\circ / P) - (360^\circ / S) \leq \theta \leq (240^\circ / P) + (360^\circ / S)$$

の範囲内に設定したことを特徴とする請求項3に記載の永久磁石形モータ。

【請求項5】 リベットの位置を回転子鉄心の内周側で、かつ隣接する永久磁石間に配置したことを特徴とする請求項3又は請求項4に記載の永久磁石形モータ。

【請求項6】 永久磁石を磁石挿入孔にすき間を介して挿入したことを特徴とする請求項1～請求項5のいずれかに記載の永久磁石形モータ。

【請求項7】 回転子鉄心を構成する鋼板の内、上記回転子鉄心の軸方向端面に配置された1枚の磁石挿入孔内

部に突出部を形成したことを特徴とする請求項6記載の永久磁石形モータ。

【請求項8】 回転子鉄心を構成する鋼板の内、上記回転子鉄心の軸方向端面に配置された1枚は、その磁石挿入孔を形成するV字の孔の下端部を分離して上記鋼板の外周部と内周部とを互いに連結させたことを特徴とする請求項1～請求項7のいずれかに記載の永久磁石形モータ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、冷蔵庫、空調機等の圧縮機駆動用のモータ等を使用される永久磁石形モータに関するものである。

## 【0002】

【従来の技術】近年、永久磁石材料や制御装置の発達により、冷蔵庫、空調機等の圧縮機用モータとして永久磁石形モータが一般的に使用されるようになってきた。永久磁石型モータでは、回転子に埋設される永久磁石の大きさを可能な限り大きくして、必要な磁束量を確保することが要求される。そのため、永久磁石の配置に関して様々な提案がなされている。その一つに、永久磁石をV字状に配置するもの（以下V字形ロータという）がある。

【0003】図12は例えば実開平6-66277号公報に示された従来の永久磁石形モータのV字形ロータを示す横断面の部分図である。図において、1は円筒状に形成された固定子鉄心で、その内側にスロット2が極数、相数などにより決められる数だけ打ち抜かれており、スロット2間にはコイル3が巻回されている。4は固定子鉄心1の内側に配置された円柱状の回転子鉄心で、軸方向に貫通するV字状の磁石挿入孔5が穿設されており、磁石挿入孔5のV字の開口幅 $W_1$ は極ピッチ幅 $W_2$ よりも若干狭くなっている。

【0004】6は回転子鉄心4の外周部に位置し、磁石挿入孔5のV字の内縁に挟まれた磁極部、7は隣接する磁極部6を上記外周部で連結する磁極連結部、8は磁石挿入孔5のV字の外縁に包囲されたヨーク部、9は隣接する磁石挿入孔5の間に挟まれ磁極部6とヨーク部8を連結する内外周連結部で、磁極連結部7は強度上必要な幅を有しており、内外周連結部9は漏れ磁束が影響しない程度の幅に設定されている。

【0005】10は磁石挿入孔5に挿入された永久磁石で、磁石挿入孔5と相似形でかつV字の底部で対称に2分割されて埋設され、1極分の磁極を構成している。そして、隣接する磁極の永久磁石10の極性は互いに逆極性に配置されている。11は回転子軸挿入孔である。

【0006】図13は例えば特開平2-179253号公報に示された従来の永久磁石形モータのV字形ロータを示す横断面図である。この例では、V字状に配置された磁石挿入孔5に、横断面が長方形の永久磁石10が挿

入され、隣接する磁極部6相互間の磁束の漏れを防止するため、磁極連結部7の一部を切断する構成となっている。すなわち、磁極部6のS極6aはヨーク部8と一体になっているが、N極6bはヨーク部8から分離している。また、磁石挿入孔5と永久磁石10とのすき間には、硬化性非磁性物質12が充てんされている。

【0007】従来のV字形ロータは上記のように構成され、例えばコイル3が三相巻線であるとし、このコイル3に三相交流を流すと、コイル3に流れる電流と永久磁石10の磁束によって生じるトルク（永久磁石界磁トルク）と、コイル3に流れる電流によって生じる磁束が、磁氣的に安定した位置に移動しようとするトルク（リラクタンストルク）が発生して回転子鉄心4が回転する。つまり、永久磁石10による磁束がモータの発生トルクに関係する構成になっている。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】上記のような従来の永久磁石形モータのV字形ロータでは、次のような問題点がある。

(1) 図12のものでは、V字の底部で2分割された永久磁石10を埋設しているため、永久磁石10に作用する遠心力が磁石挿入孔5の回転子鉄心4の外周部に近接した隅部の一点に集中する。そのため、磁極連結部7の径方向の幅は、強度上かなり大きな幅にしなければならない。

【0009】したがって、磁極連結部7に生じる漏れ磁束が増加し、コイル3に鎖交する磁束が減少して、モータの効率が低下する。また、磁石挿入孔5に相似した横断面の永久磁石10を使用しているため、永久磁石10の加工が困難になり、永久磁石10のコストが高くなる。

【0010】(2) 図13のものでは、隣接する磁極部6相互間の磁束の漏れを防止するため、磁極連結部7の一部を切断しているため、磁極部6（図ではN極6b）がヨーク部8と分離している。したがって、回転子鉄心4が回転するときの遠心力によって、磁極部6が回転子鉄心4からはく離しないように、磁石挿入孔5と永久磁石10のすき間に硬化性非磁性物質12を充てんしなければならず、加工工数が多くなり、コストが高くなる。

【0011】この発明は上記問題点を解消するためになされたもので、回転子鉄心に必要な強度を保持したまま、隣接する磁極部間の漏れ磁束を減少させることができ、安価に製造できるようにした永久磁石形モータを提供することを目的とする。

【0012】

【課題を解決するための手段】この発明の第1発明に係る永久磁石形モータは、V字状に配置された永久磁石を横断面長方形に形成し、この永久磁石の側面と回転子鉄心の外周部との間に存在する磁極連結部を、狭幅部とこれに接続する広幅部とで形成したものである。

【0013】また、第2発明に係る永久磁石形モータは、第1発明のものにおいて、磁石挿入孔の辺の内V字の内側に相当する辺と回転子鉄心の外周部側の辺とが交差する二つの隅部と、回転子鉄心の中心とを結ぶ2本の線が挟む角度 $\theta$ を、極数をP、固定子鉄心に巻回されたコイルの収納スロット数をSとしたとき、

$$(240^\circ / P) - (360^\circ / S) \leq \theta \leq (240^\circ / P) + (360^\circ / S)$$

の範囲内に設定したものである。

【0014】この発明の第3発明に係る永久磁石形モータは、鋼板を積層し、両端面に端板を配置してリベットで締結した固定子鉄心にV字状に配置された永久磁石を横断面長方形に形成し、この永久磁石の側面と回転子鉄心の外周部との間に存在する磁極連結部を、狭幅部とこれに接続する広幅部とで形成したものである。

【0015】また、第4発明に係る永久磁石形モータは、第3発明のものにおいて、磁石挿入孔の辺の内V字の内側に相当する辺と回転子鉄心の外周部側の辺とが交差する二つの隅部と、回転子鉄心の中心とを結ぶ2本の線が挟む角度 $\theta$ を、極数をP、固定子鉄心に巻回されたコイルの収納スロット数をSとしたとき、

$$(240^\circ / P) - (360^\circ / S) \leq \theta \leq (240^\circ / P) + (360^\circ / S)$$

の範囲内に設定したものである。

【0016】また、第5発明に係る永久磁石形モータは、第3発明又は第4発明のものにおいて、リベット位置を回転子鉄心の内周側で、かつ隣接する永久磁石間に配置したものである。

【0017】また、第6発明に係る永久磁石形モータは、第1発明～第5発明のいずれかのものにおいて、永久磁石を磁石挿入孔にすき間を介して挿入したものである。

【0018】また、第7発明に係る永久磁石形モータは、第6発明のものにおいて、回転子鉄心の端面に配置された1枚の鋼板の磁石挿入孔内部に突出部を形成したものである。

【0019】また、第8発明に係る永久磁石形モータは、第1発明～第7発明のいずれかのものにおいて、回転子鉄心の端面に配置された1枚は、その磁石挿入孔を形成するV字の孔の下端部を分離して鋼板の外周側と内周側とを互いに連結させたものである。

【0020】

【発明の実施の形態】

実施の形態1. 図1はこの発明の第1発明の一実施の形態を示す回転子鉄心部分の横断面図であり、従来装置と同様の部分は同一符号で示す（以下の実施の形態も同じ）。

【0021】図において、5はV字状に配置された磁石挿入孔で、この実施の形態ではV字の角度は $90^\circ$ に設定されており、ここに横断面が長方形に形成された永久

磁石10が挿入されている。したがって、1極分の永久磁石10は互いに90°を隔てて配置され、隣接する永久磁石10は互いに平行配置されている。また、永久磁石10の側面と回転子鉄心4の外周部との間に存在する磁極連結部7は、径方向の幅が狭い狭幅部7aと、径方向の幅が広い広幅部7bとで形成されている。

【0022】上記のように構成された永久磁石形モータにおいては、磁極連結部7に狭幅部7aが設けられているため、隣接する磁極部6間の磁気抵抗が増加する。この狭幅部7aの径方向の幅は、磁極部6間の漏れ磁束が飽和する程度に設定されている。したがって、磁極部6間での磁束の漏れが減少し、モータ効率の低下を防ぐことが可能となる。

【0023】また、磁極連結部7には広幅部7bも設けられているため、径方向の幅の広い部分で、かつ面で永久磁石10の遠心力を受けることができる。すなわち、図5の場合永久磁石10の遠心力は1点で受けることになるが、これを面で受けるものである。したがって、回転子鉄心4の遠心力に対する強度は十分に余裕を持ったものとなる。

【0024】また、実施の形態1では、永久磁石10は横断面が長方形のものを使用している。横断面が長方形の永久磁石10は加工が容易なため価格が低く、安価な永久磁石形モータを構成することが可能である。

【0025】実施の形態2. 図2～図4はこの発明の第2発明の一実施の形態を示す図で、図2は永久磁石形モータの要部横断面図、図3は永久磁石形モータ駆動用インバータ回路図、図4は磁束分布図である。図2において、5aは磁石挿入孔5の辺の内V字の内側に相当する辺、5bは同じく回転子鉄心4の外周部側の辺、5cは上記両辺5a・5bが交差する隅部である。

【0026】図1では、磁石挿入孔5の幅 $W_1$ が極ピッチ幅 $W_2$ よりも若干狭いものを示したが、実施の形態2では、図2に示すように、隅部5cと回転子鉄心4の中心とを結ぶ2本の線が挟む角 $\theta$ が、
$$(240^\circ/P) - (360^\circ/S) \leq \theta \leq (240^\circ/P) + (360^\circ/S)$$

の範囲内にあるものとした。ここに、Pは極数、Sはスロット2の数である。すなわち、角 $\theta$ を駆動トルクが作用する有効中心角 $(240^\circ/P)$ に、スロット2の1ピッチ分の中心角 $(360^\circ/S)$ を加減した角度範囲内に設定される。

【0027】図3において、21は直流電源、22U～22Wは直流電源21に接続されトランジスタとそれに並列接続された環流用のダイオードを1組として構成されたインバータ回路で、図3は広く利用されている三相電圧形インバータ回路を示し、トランジスタは一相につき2個、三相で6個用いられている。23はインバータ回路22U～22Wの交流側に接続された永久磁石形モータ、24はインバータ回路22U～22Wのトランジ

スタをオン・オフ制御する制御回路である。

【0028】各トランジスタの通電方式には120度、150度、180度などがある。センサレス位置検出方式をとるためには、誘起電圧波形とインバータ出力波形を分離するため、インバータ回路22U～22Wの出力が零の区間が必要である。したがって、180度通電方式は使用できない。そこで、例えば120度通電方式を採用すると、従来の永久磁石形モータ23では、永久磁石10が1極分として発生する磁束のうち、電気角にしてほぼ120度分だけの駆動トルクが作用することになる。

【0029】したがって、図4(A)において斜線部分で示している電気角にして0度～30度及び150度～180度に対応する部分に発生している磁束は、ほとんどモータの駆動トルクとしては作用することがない。ところが、図2に示すものでは、永久磁石10の磁束分布は、通電区間に対応するように、磁氣的に突状となっており、この部分の磁束は強められるようになる。このため、1極分の磁束密度は、図4(B)に示すように、電気角にして30度～150度に相当する位置の磁束は多くなるので、一相分におけるトルクも大きくなる。したがって、三相分の合成トルクも大きくなり、モータの効率は改善される。

【0030】実施の形態3. 図5はこの発明の第3発明の一実施の形態を示す回転子鉄心部分を示す図で、図5(A)は分解斜視図、図5(B)は横断面図である。図において、回転子鉄心4は多数の打抜鋼板4aが積層されて円柱状に形成され、V字状の磁石挿入孔5を有し、この磁石挿入孔5に挿入された永久磁石10を有する。また、打抜鋼板4aにはリベット穴32が設けられ、回転子鉄心4の両端面に配置された一対の端板31、31と、両端板31、31を連結するリベット33とによって締結されている。また、永久磁石10の側面と回転子鉄心4の外周部との間に存在する磁極連結部7は径方向の幅が狭い狭幅部7aと、径方向の幅が広い広幅部7bとで形成されている。

【0031】上記のように構成された永久磁石形モータにおいては、磁極連結部7に狭幅部7aが設けられているため、隣接する磁極部6間の磁気抵抗が増加する。この狭幅部7aの径方向の幅は、磁極部6間の漏れ磁束が飽和する程度に設定されている。したがって、磁極部6間での磁束の漏れが減少し、モータ効率の低下を防ぐことが可能となる。

【0032】また、磁極連結部7には、広幅部7bも設けられているため、径方向の幅の広い部分で、かつ面で永久磁石10の遠心力を受けることができる。すなわち、図12の場合永久磁石10の遠心力は1点で受けることになるが、これを面で受けるものである。したがって、回転子鉄心4の遠心力に対する強度は十分に余裕を持ったものとなる。

【0033】また、実施の形態3では、永久磁石10は横断面が長方形のものを使用している。横断面が長方形の永久磁石10は加工が容易なため価格が低く、安価な永久磁石形モータを構成することが可能である。

【0034】実施の形態4. 図6はこの発明の第4発明の一実施の形態を示す回転子鉄心の要部横断面図である。なお、図3及び図4は実施の形態4にも共用する。図において、5aは磁石挿入孔5の辺の内V字の内側に相当する辺、5bは同じく回転子鉄心4の外周部側の辺、5cは上記両辺5a、5bが交差する隅部である。

【0035】図5(B)では、磁石挿入孔5の幅 $W_1$ が極ピッチ幅 $W_2$ よりも若干狭いものを示したが、実施の形態4では、図6に示すように、隅部5cと回転子鉄心4の中心とを結ぶ2本の線が挟む角 $\theta$ が、

$$(240^\circ/P) - (360^\circ/S) \leq \theta \leq (240^\circ/P) + (360^\circ/S)$$

の範囲内にあるものとした。ここに、Pは極数、Sはスロット2の数である。すなわち、角 $\theta$ を駆動トルクが作用する有効中心角 $(240^\circ/P)$ に、スロット2の1ピッチ分の中心角 $(360^\circ/S)$ を加減した角度範囲内に設定される。この実施の形態の動作は実施の形態1と同様であり、既述のように駆動トルクが大きくなり、モータの効率は改善される。

【0036】実施の形態5: 図7は、この発明の第5発明の一実施の形態を示す固定子鉄心の横断面図である。図5(B)では、リベット孔32の位置が回転子鉄心4の磁極部6にあるものを示したが、実施の形態5では、図7に示すように、リベット孔32の位置が回転子鉄心4のヨーク部8に配置されるものとした。図5(B)に示される永久磁石形モータでは、バランスウェイトを兼ねている端板31の遠心力が、リベット33を介して磁極部6に作用する。

【0037】したがって、磁極連結部7の狭幅部7aや内外周連結部9という回転子鉄心4の強度的に弱い部分に更に端板31の遠心力が加わってしまうことになる。しかし、図7のように構成された永久磁石形モータにおいては、バランスウェイトを兼ねている端板31の遠心力を、リベット33を介して回転子鉄心4の強度的に強い部分で受けることができるため、回転子鉄心4の遠心力に対する強度は十分に余裕を持ったものとなる。

【0038】実施の形態6. 図8は、この発明の第6発明の一実施の形態を示す回転子鉄心の要部横断面図である。この実施の形態では、永久磁石10は、回転子鉄心4の磁石挿入孔5にすき間を介して挿入されている。上記のように構成された永久磁石形モータにおいては、永久磁石10を磁石挿入孔5に挿入しても回転子鉄心4に応力が作用しないので、回転子鉄心4の遠心力に対する強度が向上する。

【0039】実施の形態7. 図9は、この発明の第7発明の一実施の形態を示す図で、図9(A)は回転子鉄心

の一端に配置される打抜鋼板の平面図、図9(B)は図9(A)の要部拡大図である。この実施の形態では、この打抜鋼板4bは磁石挿入孔5の内部に突出部5dを有する形状となっている。なお、この打抜鋼板4bは、回転子鉄心4の中の一枚だけであって、残りは図5(B)に示される形状の打抜鋼板4aが積層されている。

【0040】上記のように構成された永久磁石形モータにおいては、回転子鉄心4製作時に、回転子鉄心4を、図9に示される打抜鋼板4bが下側に来るように配置することにより、永久磁石10が突出部5dに当接して回転子鉄心4から脱落することがなくなり、生産性が改善される。

【0041】また、突出部5dを有する打抜鋼板4bが1枚だけである理由は、永久磁石10の重量を支える程度であれば打抜鋼板4bが1枚あれば十分であること、及び突出部5dを有する打抜鋼板4bを多く使用すると、回転子鉄心4の軸方向長さに対する永久磁石10の軸方向長さが短くなってしまい、同じコア幅のロータであれば性能が低下してしまうためである。

【0042】実施の形態8. 図10は、この発明の第8発明の一実施の形態を示す図で、図10(A)は回転子鉄心の一端に配置される打抜鋼板の平面図、図10

(B)は図10(A)の要部拡大図である。この実施の形態では、打抜鋼板4bは磁石挿入孔5内部においても磁極部6とヨーク部8とを連結する内外周連結部9を有する形状となっている。なお、この打抜鋼板4bは、回転子鉄心4の中の一枚だけであって、残りは図5(A)に示される形状の打抜鋼板4aが積層されている。

【0043】上記のように構成された永久磁石形モータにおいては、磁極部6とヨーク部8とを連結する内外周連結部9を有しているため、鉄心の打ち抜き時及び積層時に鉄心のねじれが発生しない。したがって、応力が発生せず、回転子鉄心4の遠心力に対する強度が向上する。また、回転子鉄心4の垂直度が改善され、ロータの組立精度が向上する。

【0044】また、内外周連結部9を有する打抜鋼板4bが1枚だけである理由は、内外周連結部9を有する打抜鋼板4bを多く使用すると、回転子鉄心4の軸方向長さに対する永久磁石10の軸方向長さが短くなってしまい、及び永久磁石10の磁束が磁極部6からヨーク部8に漏れてしまうことにより、同じコア幅のロータであれば性能が低下してしまうためである。

【0045】実施の形態9. 図11は、この発明の第7発明と第8発明を組み合わせた一実施の形態を示す図で、図11(A)は要部拡大図である。この実施の形態では、打抜鋼板4bは磁石挿入孔5の内部に突出部5eと、磁極部6とヨーク部8とを連結する内外周連結部9とを有する形状となっている。なお、この打抜鋼板4bは、回転子鉄心4の中の一枚だけであって、残りは図5(A)に示される形状の打抜鋼板4aが積層されてい



る。

【0046】上記のように構成された永久磁石形モータにおいては、回転子鉄心4製作時に、回転子鉄心4を図11に示される打抜鋼板4bが下側に来るように配置することにより、永久磁石10が突出部5eに当接して回転子鉄心4から脱落することがなくなり、生産性が改善される。また、磁極部6とヨーク部8とを連結する内外周連結部9を有しているため、鉄心の打ち抜き時及び積層時に鉄心のねじれが発生しないため、応力が発生せず、回転子鉄心4の遠心力に対する強度が向上する。また、回転子鉄心4の垂直度が改善され、ロータの組立精度が向上する。

【0047】また、突出部5eと内外周連結部9とを有する打抜鋼板4bが1枚だけである理由は、永久磁石10の重量を支える程度であれば打抜鋼板4bが1枚あれば十分であること、及び打抜鋼板4bを多く使用すると、回転子鉄心4の軸方向長さに対する永久磁石10の軸方向長さが短くなってしまうこと、及び永久磁石10の磁束が磁極部6からヨーク部8に漏れてしまうことにより、同じコア幅のロータであれば性能が低下してしまうためである。

【0048】

【発明の効果】以上説明したとおりこの発明の第1発明では、横断面長方形の永久磁石の側面と回転子鉄心の外周部との間の磁極連結部を、狭幅部とこれに接続する広幅部とで形成したので、狭幅部では磁束が飽和して隣接する磁極部間の磁束の漏れが減少し、モータ効率の低下を防止することができる効果がある。また、広幅部では面で永久磁石の遠心力に対抗し、回転子鉄心の遠心力に対する必要な強度を得ることができる効果がある。

【0049】また、第2発明では、永久磁石のV字開口内側の隅部と回転子鉄心の中心を結ぶ線が挟む角 $\theta$ を、 $(240^\circ/P)-(360^\circ/S)\leq\theta\leq(240^\circ/P)+(360^\circ/S)$

の範囲内に設定したので、磁極部の幅は固定子コイルの通電区間に相当する幅になり、この部分に磁気的な突起が形成され、モータの駆動トルクに作用する磁束が多くなり、発生する駆動トルクが増加し、モータの効率を改善することができる効果がある。

【0050】また、第3発明では、横断面長方形の永久磁石の側面と積層鋼板からなる回転子鉄心の外周部との間の磁極連結部を、狭幅部とこれに接続する広幅部とで形成したので、狭幅部では磁束が飽和して隣接する磁極部間の磁束の漏れが減少し、モータ効率の低下を防止することができる効果がある。また、広幅部では面で永久磁石の遠心力に対抗し、回転子鉄心の遠心力に対する必要な強度を得ることができる効果がある。

【0051】また、第4発明では、永久磁石のV字開口内側の隅部と回転子鉄心の中心を結ぶ線が挟む角 $\theta$ を、 $(240^\circ/P)-(360^\circ/S)\leq\theta\leq(240^\circ/P)$

$+(360^\circ/S)$

の範囲内に設定したので、磁極部の幅は固定子コイルの通電区間に相当する幅になり、この部分に磁気的な突起が形成され、モータの駆動トルクに作用する磁束が多くなり、発生する駆動トルクが増加し、モータの効率を改善することができる効果がある。

【0052】また、第5発明では、リベットの位置を回転子鉄心の内周側で、かつ隣接する永久磁石間に配置したので、バランスイイトを兼ねている端板の遠心力を、回転子鉄心の強度的に強い部分で受けることができ、回転子鉄心の遠心力に対する強度を向上することができる効果がある。

【0053】また、第6発明では、永久磁石を磁石挿入孔にすき間を介して挿入したので、永久磁石の回転子鉄心への挿入時に、回転子鉄心に応力が発生することがなく、回転子鉄心の遠心力に対する強度を向上することができる効果がある。

【0054】また、第7発明では、回転子鉄心の端面に配置された1枚の鋼板の磁石挿入孔内側に突出部を形成したため、ロータ製作時に、この鋼板が下側に来るように配置することにより、永久磁石と回転子鉄心がすき間嵌めてあっても、永久磁石が回転子鉄心から脱落することがなくなり、生産性を向上することができる効果がある。

【0055】また、第8発明では、回転子鉄心の端面に配置された1枚は、その磁石挿入孔を形成するV字の孔の下端部を分離して鋼板の外周側と内周側とを互いに連結させたため、鋼板の打抜き時、及び回転子鉄心の積層時に回転子鉄心にねじれが発生せず、回転子鉄心の遠心力に対する強度とロータの組立精度を向上することができる効果がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】 この発明の実施の形態1を示す回転子鉄心部分の横断面図。

【図2】 この発明の実施の形態2を示す永久磁石形モータの要部横断面図。

【図3】 この発明の実施の形態2を示す永久磁石形モータ駆動用インバータ回路図。

【図4】 この発明の実施の形態2を示す磁束分布図で、(A)は従来の永久磁石形モータ、(B)は図2による永久磁石形モータ。

【図5】 この発明の実施の形態3を示す回転子鉄心の図で、(A)は分解斜視図、(B)は横断面図。

【図6】 この発明の実施の形態4を示す回転子鉄心の要部横断面図。

【図7】 この発明の実施の形態5を示す回転子鉄心の横断面図。

【図8】 この発明の実施の形態6を示す回転子鉄心の要部横断面図。

【図9】 この発明の実施の形態7を示す回転子鉄心の

図で、(A)は打抜鋼板の平面図、(B)は(A)の要部拡大図。

【図10】 この発明の実施の形態8を示す回転子鉄心の図で、(A)は打抜鋼板の平面図、(B)は(A)の要部拡大図。

【図11】 この発明の実施の形態9を示す回転子鉄心の図で、(A)は打抜鋼板の平面図、(B)は(A)の要部拡大図。

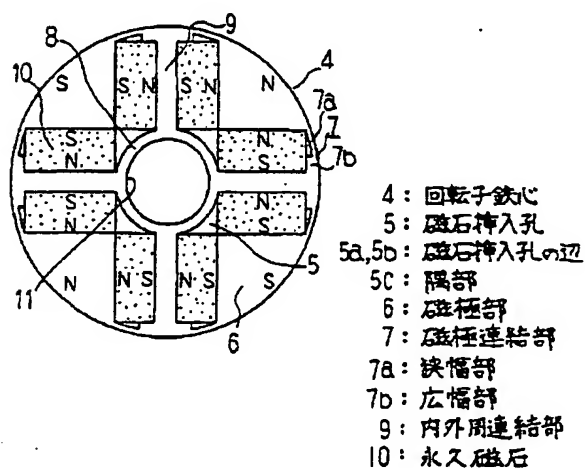
【図12】 従来の永久磁石形モータの要部横断面図。

【図13】 従来の永久磁石形モータの回転子鉄心部分の横断面図。

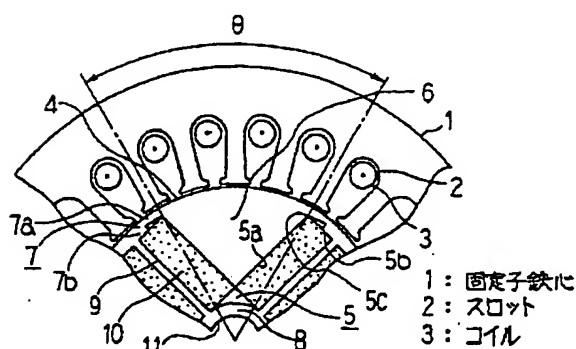
【符号の説明】

1 固定子鉄心、2 スロット、3 コイル、4 回転子鉄心、4a 打抜鋼板、5 磁石挿入孔、5a、5b 磁石挿入口の辺、5c 隅部、5d、5e突出部、6 磁極部、7 磁極連結部、7a 狭幅部、7b 広幅部、9 内外周連結部、10 永久磁石、31 端板、32 リベット穴、33 リベット。

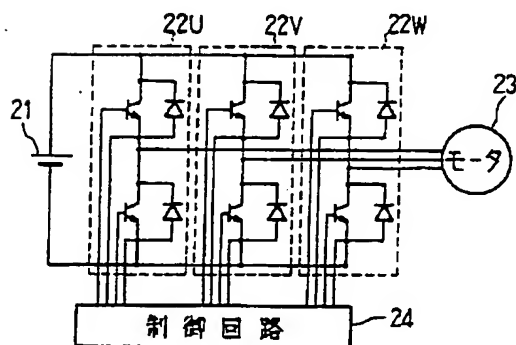
【図1】



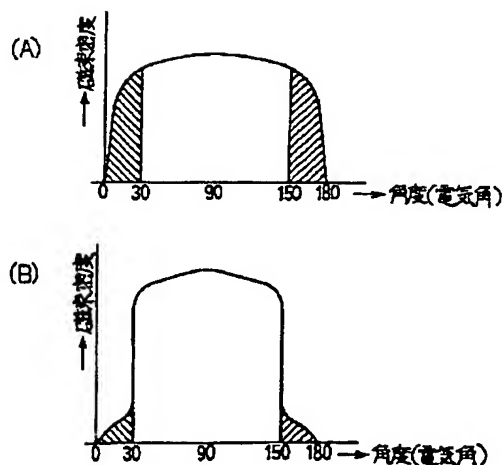
【図2】



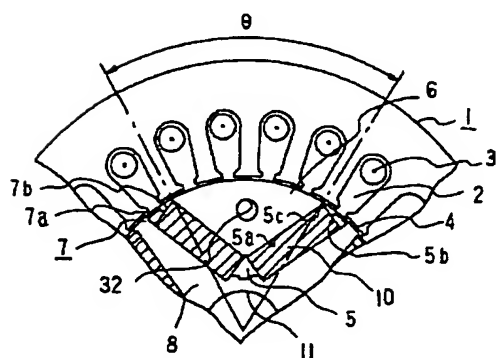
【図3】



【図4】

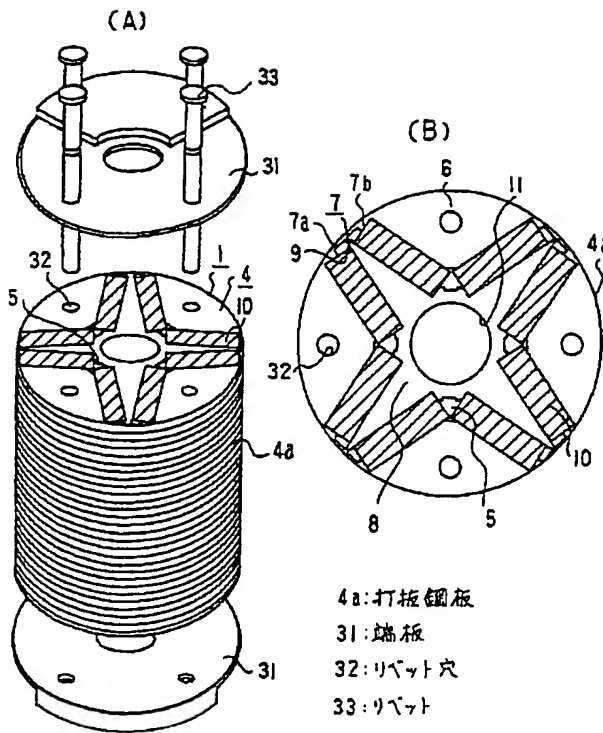


【図6】



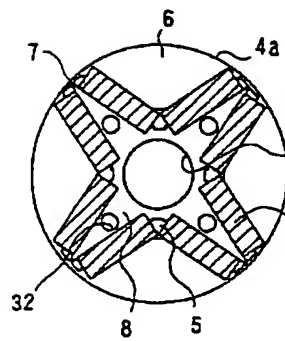


【図5】

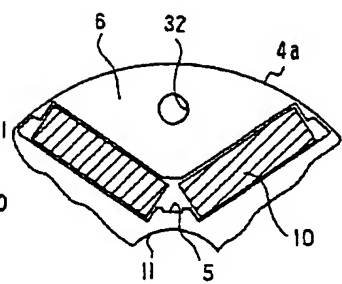


【図9】

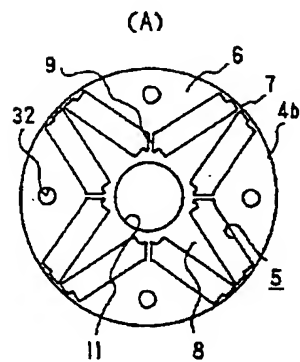
【図7】



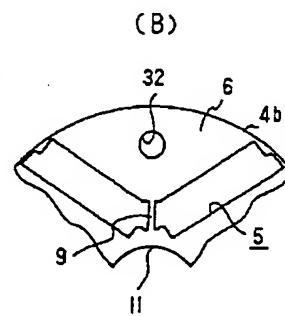
【図8】



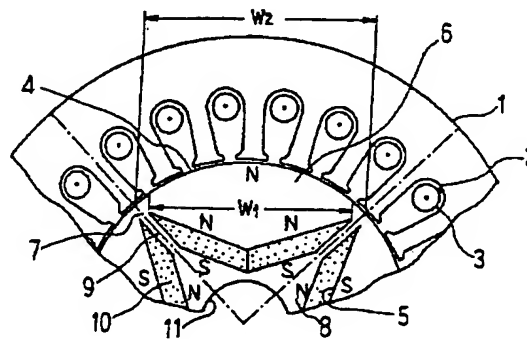
【図10】



(B)



【図12】



【図11】

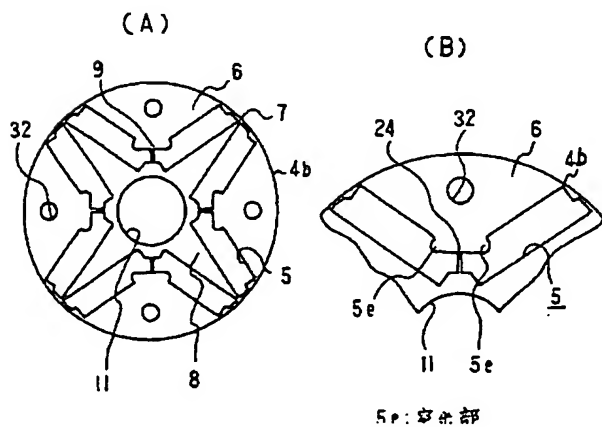
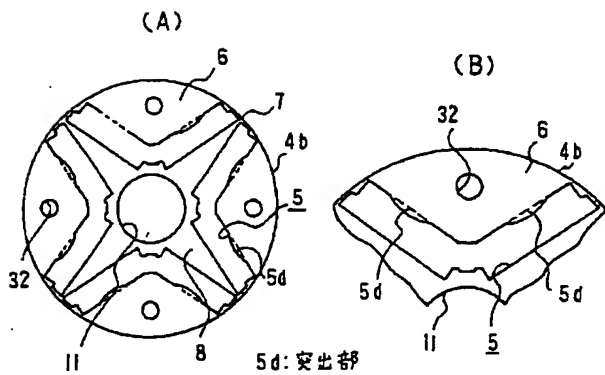


FIG. 1 is a schematic diagram of a circular magnetic device. It features a central circular hole (11) surrounded by a ring (4) divided into six segments. Each segment contains a core with regions labeled 'N' (North) and 'S' (South). The segments are labeled 6, 6a, 6b, 8, 10, and 12. The outer ring is labeled 4, and the central hole is labeled 11.

(72)発明者 小早川 泰一  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内

(72) 発明者 山城 幸宏  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内

(72) 発明者 馬場 和彦  
東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三  
菱電機株式会社内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☒ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☒ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☒ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**